

道路

伊吹山 四郎*
松野 三朗**

緒言

道路に関する測定は、大別して道路交通の測定と、道路の構造上の測定とにわかれる。

これは、道路が他の土木構造物と違って、一般大衆の直接の使用に供せられるからである。

したがって、道路においては、道路交通の測定は、道路計画のため、道路の設計のため、道路の運用のための、いずれの場面にわたっても、欠くべからざるものであり、また構造上の測定とも直接結びついている。

たとえば、舗装の破壊は、走行車両の交通量とその重量等とに關係する。したがって、これらの交通調査を構造上の測定、すなわち、CBR 値、マーシャル試験値等と合わせて実施しておかなくては、その原因を明らかにすることは不可能である。

よって、この二つに大別して記述を進める。

1. 道路交通の測定

(1) 交通量測定

道路交通は、衆知のごとく、場所により時間により、いちじるしく変化する。その変化を正確にとらえることが、道路の計画、設計および運用に欠くべからざるものである。

a) 数取器および行動記録計による方法

交通量が少ない場合、あるいは期間が短い場合には、人手を数多く集めて人手によって測定を行なうことが可能である。

しかし、この場合でも、数取器、行動記録計、イベントオッシロ等の簡単な器具を用いると便利である。

数取器に、指先きにてレバーを押し数量を数えるものであるが、交通量測定の場合、車種別に記録する必要があるから、一つの台に4~5個取付けると便利である。

* 正会員 工博 建設省土木研究所道路部長

** 正会員 同上 舗装研究室長

行動記録計は、連続記録紙を1 mm/sec ないし2 mm/sec 等で送り、5本ないし10本のペンを持っており、ボタンを押すことにより、測定点を通過する車両を、車種別に、時間間隔と合わせてとらえるものである。

b) カメラによる方法

カメラによる交通量測定は、35 mm のカメラによる方法と、メモーションカメラによる方法とがある。

交通量測定といっても、それにあわせて車種別測定、速度測定を実施する機会が多いから、8 mm, 16 mm では解像度が劣り、35 mm 以上のものが望ましい。

また、写真の枚数が多くなるので、通常の36枚撮りフィルムでは、フィルムの取替えに手間を要し、また撮影の時間間隔も不正確になる。

したがって、電接時計を用い、小型バッテリーによるモータードライブで、約2コマ/sec より4コマ/sec に連続250枚の撮影のできるカメラが使用されている。

メモーションカメラとは、動作分析、時間研究に用いる低速度撮影装置で、16 mm の映画フィルムで約4000コマの撮影ができる。

カメラによる方法は、後でくり返し現象を再現する利点を持っているが、費用と手間がかかるので短時間の交通量測定にしか用いられない。

c) トラフィックカウンター

トラフィックカウンターは、これに対し、連続的に長期間測定を行なえるような機械で、常時観測のように一定場所に設置するのが普通である。

しかし、必要に応じ、携帯用のものも使われる。

トラフィックカウンターは、大きく車両を検知するディテクターと、それを計数記録するレコーダーとの2部分にわかれる。

ディテクターは、車輪感应型と車体感应型との2形式にわかれ、またさらに種々考案工夫された型に細分される。

ディテクターの種類とその特性は、表-1のごとくであるが、わが国で常時交通量測定用として、ゴムチューブを定期的に交換すれば、比較的安定しており、また安価であることから、ゴムチューブ式が最も普通に用いられている。

なお、車体感应型としては、電磁式が最近その安定性を買われて使われ出してきた。これは、舗装に四角く掘った細い溝に線輪を埋込み、自動車の通過による磁気回路の変化を利用するものである。

これは、交差点信号制御用に実用されている。

レコーダー部分も種々な型がある。

最も簡単なものは、雨量計型のペン書きのものであって、広く用いられている。つぎに感熱式のもの、時刻およびその時間内の交通量をタイプするものがある。

表-1 デテクターの分類²⁾

型	式	積度	方向判別	車線区分	速度測定	車種判別	安定度	設置の難易	電源	価格	問題点その他	重量判定	寿命
車輪感応型	ゴムチューブ式	やや良	不可	不可	組合せで可	多数組合せで可	安定	容易	バッテリーでも可	きわめて安価	ゴムチューブが切断しやすい	不可	ゴムチューブ短い
	踏板式	良	不可	可	組合せで可	不可	安定	困難	バッテリーでも可	安価	道路が破壊しやすい	不可	長い
	路上スイッチ式	良	不可	可	組合せで可	多数組合せで可	安定	容易	バッテリーでも可	安価	携帯に便利だがすぐこわれる	不可	短い
	ロードセル式	良	不可	可	不可	不可	安定	きわめて困難	商用電源	高価	設備が大がかりとなる	可	やや長い
車体感応型	光電算式	やや良	不可	不可	組合せで可	多数組合せで可	不安定	容易	商用電源	やや高価	砂ほこり影響あり	不可	長い
	超音波式	やや良	不可	可	不可	不可	不安定	容易	商用電源	高価	騒音の影響あり	不可	長い
	電磁式	良	不可	可	組合せで可	不可	やや安定	やや困難	バッテリーでも可	やや高価	付近の強電施設の影響あり	不可	長い
	ドップラー式(電波)	良	可	可	可	可	不安定	容易	バッテリーでも可	高価	電波上の許可が必要である	不可	長い
	ドップラー式(音波)	良	可	可	可	可	安定	容易	バッテリーでも可	高価	風雨の影響大きい	不可	長い

さらに、これを進めて、電子計算機への紙テープを打ち出すものが、ADRと呼ばれるものである。本来ADRは汎用機械で、アナログ量をデジタル量に変えるものであるが、トラフィックカウンター用に特に作られたものがアメリカで発売されている。

車種別交通量計は、自動車の軸距を利用する方法として、ゴムチューブを数本張る方法と、レーダー型デテクターによって車体の長さを判別する方法とがある。

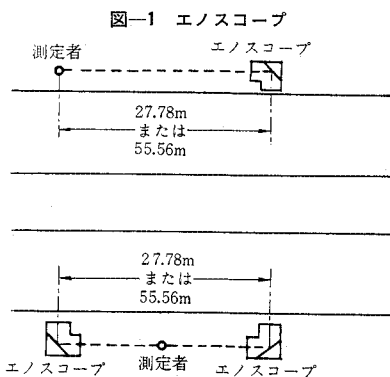
いずれにせよ、道交法上の車種区分と軸距もしくは車体長とは一致しないから、詳細に車種別を判定することはできない。したがって、大型、中型、小型の3種に区別する程度である。

(2) 速度測定

速度は、交通の混雑度、道路の良好度等を示す一つの尺度として、交通調査の中で重要な項目である。

a) エノスコープ

速度は、人手によってストップウォッチを用い、あるいは前述の行動記録器を用いても測定できる。しかし、図-1に示すようなエノスコープと称する鏡を利用



した器具を用いると、さらに便利かつ精度があがる。

b) カメラによる方法

カメラによって速度測定をするには、コマ送り速度がきわめて正確であることを必要とする。したがって、前述のメモーション撮影装置を使用したり、シンクロフラッシュの回路を利用したり²⁾、スリットカメラを利用する等の方法³⁾により、撮影時隔を正確に測定することに努めねばならない。

また、撮影位置の選定は、最も苦心を要するところでカメラ位置、角度等をよく考えて行なわないと、遠景が近景にかくれたり、逆光のために使えないようなことになる。

測定区間には、5~10m おきに車道に車道を直角に横切って、絆創膏の幅広いテープを路面に貼付ける等の距離をチェックできる処置をしておくことが大切である。撮影中、時計等を同時にうつし込んでおくことも大切で、そのために特に工夫された2現象同時撮影装置もある。

かく撮影されたフィルムは、メモーション解析装置を使うと、その速度が容易に求まる。この装置はコマ数が標示されるようになっており、正逆回転が可能であり、昼光で映写可能である。

c) 航空写真による方法⁴⁾

航空写真は、撮影の瞬間における交通のありのままを、かなりの区間にわたって同時にとらえることができるから、単に速度測定のみならず道路環境も把握でき、また屋外作業に人手を必要としない。

また、航空写真用の図化機を使用すれば、各座標値がただちに求められ、電子計算機にかけることができる。

そして、交通密度と空間平均速度とを直接に求める唯一の方法である。

しかしながら、撮影している時間がきわめて短かく、また天候に左右されるから、頻々と撮影することは、費用の点からいっても無理である。

したがって、この資料をもってその時間またはその日の代表資料とすることは難点がある。むしろ、これによって得られた資料は、交通現象解析の基礎的資料として有用である。

d) レーダー スピード メーター⁵⁾

表-1 のディテクターのうち、車両感応型のディテクターをドップラー効果を使って速度を求めるものであって図-2 に構成図、図-3 に電波の投射図を示す。すなわち、発射された電波が、移動体に当たって返ってくる場合、その周波数の変化量を求めることによって、移動体の速度を求めるものである。

図-2 レーダー スピード メーター構成図

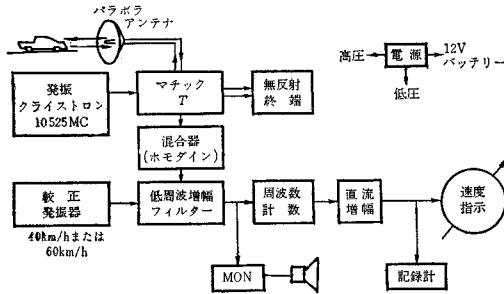
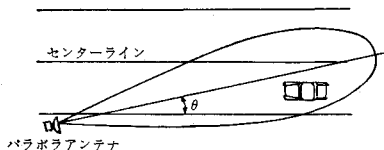


図-3 レーダー スピード メーターの電波ビームの投射範囲



この機械では、直接速度が瞬間的に指示計にあらわれるから、便利であり、また装置もさして大きくないから容易に移動しうる。

速度は1台1台のものが求められるのであるから、同時に交通量も明らかになる。また、これを固定した場所たとえば跨道橋に車線ごとに1台にすえつけば、常時交通量と速度とを測定できる。名神および首都高速道路においては、それぞれ1カ所ずつつけられている。

(3) 重量測定⁶⁾

車両の重量を測定することは、舗装の設計についての基本的な資料を与える。重量測定方法として、停止中と走行中とにわかれるが、全数を調査して傾度分布を調べたり、また取締まりを気付かれないためには、走行中に重量測定を行なうことが必要である。

a) 走行車両重量計

走行中に車両の重量を測定するために、車輪の走行位置に舗装版と同一平面の鋼板を置き、ロードセルを備えた4本の脚で支える方式が土木研究所により開発され、実用されている。

輪重は、4つのロードセルの平均値として求められ、鉄板上の走行位置に関係ない。また走行速度による誤差は若干あるが、実用上の範囲である。

これによって、実際の道路上の走行車両を測定した結果では、大型車のかなり多くのものが、過載状態にあることが明らかになっている。

(4) 交通環境の測定

ここで交通環境の測定というものは、道路が供用されている状態において、道路利用者にどのような評価をされているかを明らかにするための測定である。

その方法としてはつぎのように大別して考えられる。

① 道路試験車による測定

すなわち、一定の試験車を用いて、各地点の走行速度、燃費、加速度、ギヤーチェンジ、ハンドル回転角乗心地等を計測する測定方法と、

② 人間工学的測定

すなわち、運転者の呼吸、脈搏数、疲労度等を調べたり、アイカメラ等によって、運転者の眼の動きを測定したりして、道路の評価をする方法とである。

これらの測定に、多種多様であるため、いちいち述べることは困難であるが、通常行なわれているものについて説明する。

a) 速度分類計およびタコ グラフ

速度分類計は、ある区間の走行中の速度を1秒置きに計測し、その度数を分類する計器である。これによってある区間の速度分布が、道路および交通条件によって、どのように分布するかがわかる。度数計は5 km ごとないし10 km ごとに分類する。

また、タコ グラフは、円板上に記録するもので、同様の目的に使用することができる。

b) 燃費計

燃料消費を1cc 単位で読取れるようにしたもので、ガソリン タンクとエンジンとの間に設け、シリンダーとピストンとにより毎分500 cc までの燃費を、カウンタ-およびペンオシロで表示する。

c) 加速度計

ピッチ角、ロール角、ヨー角、上下、前後、左右の加速度について、それぞれの加速度計が利用されている。

そして、いずれもストレイン ゲージ型のピック アップを用い、ペン書オシロで示す。

回転角加速度を示す前者の測定範囲は、2 rad/sec² のもの、線加速度を示す上下加速度は ±10 g 前後 左右は

±5g のものが、土木研究所の試験車には設置されている。

d) 操舵角およびチェンジレバー位置記録計

操舵角記録計は、ハンドルの回転を記録するもので、ポテンシオメーターをピックアップとし±40度の測定範囲でペンオッシロに書かせる。

チェンジレバー位置記録計は、スイッチの組み合わせによりそれをペン書きオッシロにとる。

e) 乗心地計

乗心地とは、道路を走行する際の自動車の振動を人体の感じ方に相応する乗心地係数として示すもので、その係数0から20の範囲において、電磁型ピックアップにより、メーター表示およびペン書オッシロにより示す。

f) ブレーキ、クラッチおよびアクセル踏込量記録計

これらの踏込量は、運転操作を示す記録となる。ただこれを示す場合は、段階的な表示で十分であり、5段階程度とする。

g) 道路試験車

これらの測定装置を装備することは、ペン書オッシロを10チャンネルにまとめ、タイムマーク、走行距離マークを供用させても、全体としてかなりの重量となる。

したがって、これだけの重量物を乗せ、普通の車と同じ速度で走行し、測定するためには、かなり大型の馬力の強い車でないと、役に立たない。

また、1台の車に欲張って、多くの測定機器を積んでも、同時には必要のない場合も多いし、むしろ目的に応じ、2台以上の車にわけて利用するか、または積みかえが容易に行なえるようにした方が良くと思われる。

2. 舗装の調査、測定

舗装の調査、測定事項をまとめると表-2に示すようである。舗装に関する調査、測定の特色としてはつぎのような点があげられる。

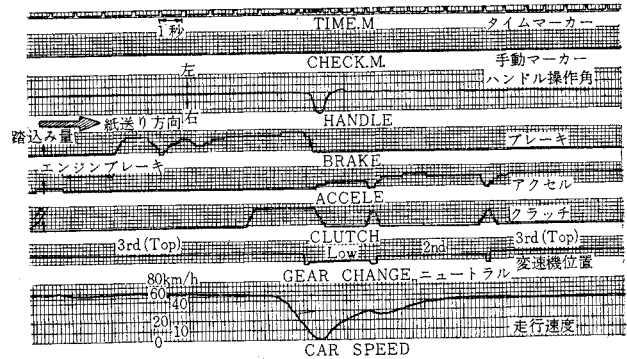
- ① 設計、施工に関するものが主体で、建設後の測定を定期的に行なうことは少ない。
- ② 基礎編ですでに述べられたような基礎的な測定が多い。

ここでは表-2に示したものを簡単に説明し、舗装に特有な測定のいくつかについては、特にくわしく示してみる。

(1) 設計のための調査

交通量、車両重量に関する測定は道路計画の時点で行なわれ、舗装の設計に際してはこれらの測定結果が応用される。しかし車両重量の測定は、舗装の設計に際して

図-4 道路試験車走行記録の例



すべての地点で行なう必要はなく、特殊な例を除いて設計には交通量⁹⁾(単位区間自動車交通量または大型車交通量)を用いる。

土質調査としては、土質試験法に準ずるものや路床土の支持力試験が行なわれる。特にわが国では舗装厚の設計に CBR 試験⁹⁾が用いられている。

舗装の設計には、ある程度気象条件が考慮される。たとえば積雪地帯では車両がタイヤチェーンを付けるので、これの摩耗作用に抵抗の大きい路面を設計する必要があり、また寒冷地では、路床土の凍上に対して舗装厚を大きくしなければならない。しかし、このため特に気象条件を観測することは少なく、普通は付近の測候所の

表-2 主な調査、測定

対象	項目	方法
設計のための調査	交通量	交通観測
	車両重量	車両重量計
	土質	土質試験法に準ずる、CBR 試験、平板載荷試験
	気象	気象観測、特に凍上深、積雪深について
路盤に関する調査	材料配合	土質試験、骨材試験に準ずる 粒度試験、一軸圧縮試験、マーシャル安定度試験、CBR 試験
	支持力	平板載荷試験、ブルーローリング
コンクリート舗装に関する調査	材料、配合 施工管理	コンクリート試験、目地材試験 コンクリート試験、平たん性試験
アスファルト舗装に関する調査	材料配合 施工管理	アスファルト試験、骨材試験 マーシャル安定度試験 温度計、粒度試験、抽出試験、 密度試験、平たん性試験
維持修善に関する調査	気象 供用成績	気象調査、凍結、積雪 ひびわれ測定、平たん性試験 (縦断、横断)、すべり試験、 ベンケルマンビーム
その他特殊目的の調査	路床、路盤 コンクリート舗装 アスファルト舗装	土圧計、沈下計、含水比計 ひずみ計、継目計、温度計、 たわみ計、移動量 たわみ計、摩耗量試験

資料が利用されている。このような資料の少ない地点では凍結深さを実測することがあるが、このためには電氣的に測定する温度計を深さ方向に数点埋込み、地中の零度線を求める方法が用いられている。

(2) 路盤に関する調査

路盤には碎石、砂利と砂の混合物が用いられる。これらの性状は粗粒については骨材試験¹⁰⁾、細粒については土質試験に準じて測定される。また配合も以上の測定をもとに決定される。ソイルセメントやソイルアスファルト等の安定処理工法では、強度試験により配合が決定される。ソイルセメントに対しては一軸圧縮試験¹¹⁾、ソイルアスファルトについてはマーシャル安定度¹²⁾が用いられている。

路盤の支持力の測定には従来平板載荷試験¹³⁾が用いられてきた。しかし、平板載荷試験は測定値のばらつきの大いことや、試験が面倒な点によりそれにかわってプルーフローリング¹⁴⁾が用いられようとしている。プルーフローリングは、輪荷重による路盤面のたわみ量を図-5に示すようなベンケルマンビームで測定するもので、求められたたわみ量の大小により路盤支持力の大小が判定できる。輪荷重としてはタイヤローラー、トラック等が用いられ、測定は写真-1および図-5(b)に示すようにタイヤの間にビームの先端を入れ、輪荷重が前進したときの路盤面の復元量を測定するだけの簡単なものである。したがって、多数点について試験が

図-5 ベンケルマンビームとたわみ測定方法

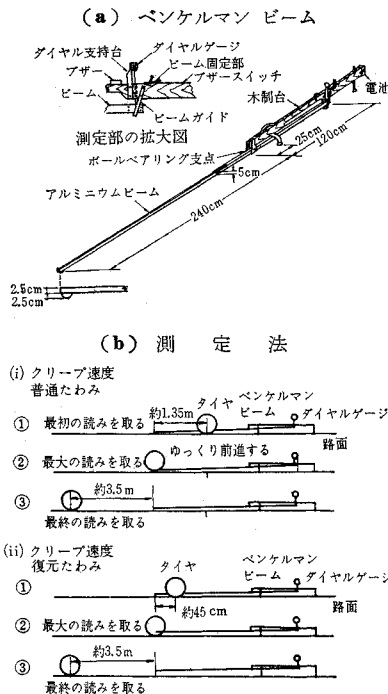
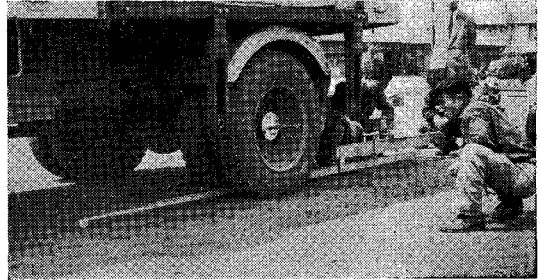


写真-1 ベンケルマンビーム



可能であり、もしたわみ量の大きい場所が見出されれば、ただちに入換えなどの処置を取ることができる。名神高速道路の施工に当っては大幅に利用されており、その基準を表-3に示した。プルーフローリングは、また砂利道表面のたわみ量の測定より、簡易舗装の厚さを決定するためにも利用できる。

表-3 プルーフローリングの基準

適用 カ所	名神高速道路		アメリカ合衆国
	路床面	ベース・コース面	一般に路床面にのみ行なう
荷重条件	○タイヤ・ローラー ○一輪当り 2.2 t 以上 ○タイヤ接地圧 : 6 kg/cm ² 以上	○ゴム輪車両 ○複輪荷重 : 8 t 以上 ○タイヤ接地圧 : 7 kg/cm ² 以上	○タイヤ・ローラー ○全荷重 : 25~50 t (米) ○タイヤ内圧 : 3.5 ~ 10.5 kg/cm ² *2) ○実際施工時に監督員が*3) 全荷重とタイヤ内圧を明示する
転圧回数	3回以上	3回以上	監督員が*3)きめる
転圧速度	規定なし	規定なし	3.6 km/hr ~ 9.6 km/hr*4)
含水比の条件	規定なし 常識的には o.m.c. 付近	同 左	○普通は o.m.c. と o.m.c. - 3% の間 ○o.m.c. が P.L. に近い粘性土に対しては (o.m.c. - 2% または o.m.c. - 3% の間)
許容変形量	7 mm*1)	3 mm*1)	監督員の*3)判断

注 : *1) 仕様書には示さず、プルーフローリングのさい過大変形かどうかの一応の判断の基準にしている。

*2) 州により異なる。表中の数字はテキサス州のものであり、ノース・キャロライナ州では 6.3~10.5 kg/cm²

*3) 経験豊富な監督員が、プルーフローリングに任命される。

*4) 州により異なる。表中の値はテキサス州の例であり、N.C. 州では 4~8 km/hr

(3) コンクリート舗装に関する調査

舗装用コンクリートは、一般に硬練りであること以外はその他の構造物に用いられるコンクリートと変わりはない。したがって、測定事項は基礎編に述べられているものと同様である。コンクリート舗装版は、他のコンクリート構造物に比較して厚さが薄く、表面積や長さが大いものであるから、気象条件により影響は比較的苛酷である。目地材料はしたがって特に水密性や耐候性、あ

るいは伸縮性の良好なものでなければならない。目地材は普通目地材と注入目地材とにわけられておりおのおのについて種々の試験法¹⁶⁾が定められている。

(4) アスファルト舗装に関する調査

アスファルト混合物は、アスファルトと骨材を混合して作られるものであり、材料の性状はアスファルトの物理試験¹⁷⁾、骨材試験¹⁸⁾により測定される。ときには力学試験を併用して、材料の性状を求めることもある。

混合物の配合設計には、マーシャル安定度試験が利用されている。アスファルト混合物は、夏季高温時に流動することがなく、低温時にはひびわれを発生せず、また耐久性や耐摩耗性の大きいものでなければならない。このためには、骨材粒度とアスファルト量が適切な混合物でなければならない。骨材粒度の標準は経験的に定められているが、使用アスファルト量は、骨材の粒度や性状により異なるので、個々の材料を用いたマーシャル安定度試験¹⁹⁾により定める必要がある。マーシャル安定度試験により測定されるのは、締固めた混合物の密度、空げき率、飽和度（おのおの土の締固め試験とほぼ同様である）および安定度、フロー値等である。安定度とフロー値は、それぞれ強度と破壊時の変形量を示すもので、一般の材料の圧縮試験の結果に相当する。

アスファルト混合物について、近年その施工管理、検査の重要性が叫ばれている。混合物の温度はアスファルトの劣化の状態や混合物の施工性を示すもので、アスファルトプラントから現場の舗設終了まで、常に測定されねばならない重要なものである。アスファルトプラントでは、熱電対や半導体を用いた電気的温度計が用いられており、自動温度調節装置についても開発がすすめられている。舗設現場では、棒状温度計やバイメタルによる温度計が用いられている。アスファルト混合物の性状を、力学試験により管理することは種々の理由により好ましくないもので、一般にはその組成を求めることにより管理されている。混合物の組成は抽出試験¹⁹⁾より求められる。抽出試験とは、混合物中のアスファルトと骨材を分離し、アスファルト量と骨材粒度を求めるもので、分離の手段により遠心分離法、ソックスレー法、焼却法等がある。

密度試験は、舗設された混合物の締固度を求めるためのもので、コアカッターによりサンプルを切り取り、その空中重量と水中重量とから求められる。

以上述べたアスファルト混合物の試験は表-4に示すように、舗装品質の最終検査に利用されている。

(5) 維持修繕に関する調査

気象調査は、積雪や路面凍結に対する道路の維持管理

表-4 検査基準（道路技術基準）

場所	検査対象	管理項目と試験内容	試験回数(個数)	検査基準
アスファルトプラント	アスファルト混合物	温度	随時	指定の±20°C以内 185°C以下
		温度	随時	指定の±20°C以内
現場	混合物	アスファルト量 コア採取抽出試験	1工事単位につき 5個	5個の平均値が指定の±0.55%以内
		骨材粒度 コア採取抽出試験	1工事単位につき 5個	5個の平均値が指定の10mmフルイ通過量百分率の±8%以内 2.5mm " " ±7%以内 0.074mm " " +3.5%以下 -2.5%以上
		粒度分析		
		密度 コア採取密度試験	1工事単位につき 5個	5個の平均値が基準密度の95%以上
	厚さ コア採取厚さの測定	1工事単位につき 5個	5個の平均値が表層 -3.0mm以上 アス混合層 -4.5mm以上	
表面		平たん性の測定 仕上り高外観	随時 立合い	3mで±5mmに 65%以上

注：工事規模(B)の場合

上非常に重要なものである。積雪量により除雪車の出動時期や台数が定められ、また凍結の状態により、車両の安全性に関する指示が行なわれる。

供用成績の測定は舗装の破壊状況を数字的にあらわし、維持修繕のための適切な時期、工法等を決定するために用いられる。舗装の供用成績は、ひびわれの程度、路面の平たん性などにより評価されるのが普通である。

a) ひびわれの測定

コンクリート舗装のひびわれは、ひびわれ発生版率やひびわれ度等により表現される。ひびわれ発生版率とは、ひびわれが大なり小なり発生している版の数を全版数で割り、百分率で示したものである。ひびわれ度とはひびわれの累計延長を全面積で除したもので cm/m² 単位で示される。アスファルト舗装では、ひびわれ部分の面積を全面積で除して百分率で示したひびわれ率が用いられている。

これらのひびわれの測定は長さや面積の測定であり、比較的単純なもので、その精度も特に高い必要はない。

b) 平たん性の測定

舗装の縦断方向の平たん性の測定には種々の方法があり、わが国で実用されているものをまとめると表-5に示すとおりである。このうち供用成績の評価に用いられるものについて簡単に説明を加えてみよう。

① 公団式プロフィロメーター²³⁾：これは、写真-3 および 図-6(a) に示すようなもので、スパンが 8 m なので、8 m 以下の比較的長い波長の凹凸まで記録することができる。また基準輪が 8 輪で構成されているので、基準線の変動が小さい。記録は PrI (Profile Index) と TCR (Total Cumulative Roughness) の両方で表現される。PrI は 図-6 (b) に示すように、波高の中心部に水平に 6 mm バンドを設置し、このバンド外側に上および下に突き出ている部分の長さを加算し、これを距離で除したもので、cm/km 単位で示される。TCR は測定輪が下向きに偏位した量を合計し、これの 2 倍を測定距離で除したもので、やはり cm/km 単位で示される。PrI と TCR との間には当然のことながら相関がある。

② ラフネスメーター²³⁾：これは 写真-4 に示すようなもので、プロフィロメーターのように路面の凹凸波形をそのままのものではなく、むしろ波の凹凸量を知るのを目的としており、最も高速 (40 km/h) で測定できるのが特色である。この器械では凹凸の波形を自記すると同時に凹凸による上下いずれか一方の変移量 0.012

図-6 公団式プロフィロメーター

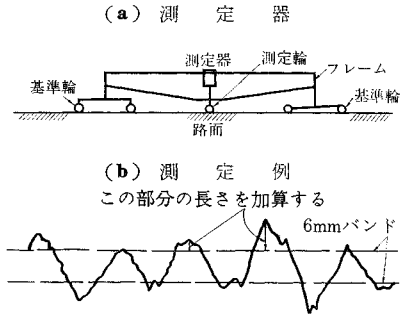


写真-3 公団式プロフィロメーター

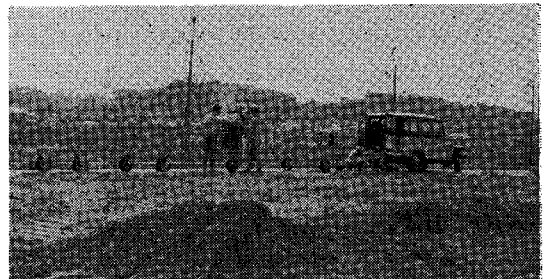
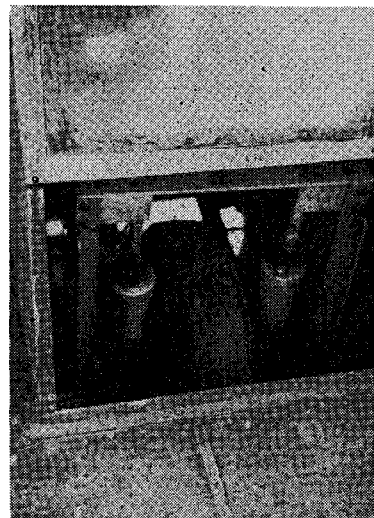


写真-4 ラフネスメーター

(バスの床下に取付けられているもので、写真中央の車の輪上下を記録し、路面凹凸を求める)

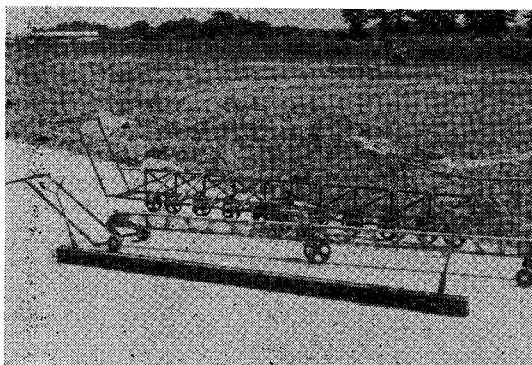


mm に対して 1 カウントするような計数部がついている。道路の単位延長当りの凹凸変移量をラフネスインデックス (cm/km) という。図-7 に AASHO 道路試験で測定されたラフネスインデックスと舗装の供用成績の関係を示す。

表-5 平たん性の測定方法 (縦断方向)

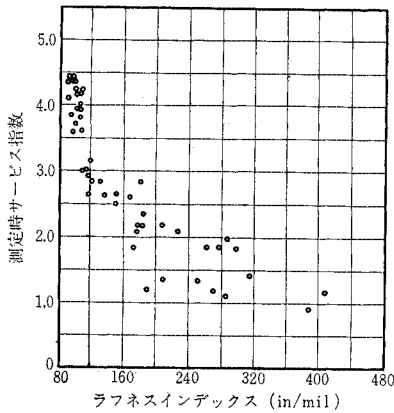
分類	測定器名	特色, 用途, その他
直接的測定器	直線定規	3m, 5m のものがあり、足付、足なしなどの種類がある。測定が比較的面倒で施工管理、検査に用いられる (写真-2)
	バンポメーター	普通 3m, 自記記録ができ施工管理、検査に用いられる (写真-2)
	N式プロフィロメーター	普通 3m, 自記記録ができ施工管理、検査に用いられる。供用成績の評価に用いた例がある (写真-2)
	公団式プロフィロメーター	8m, スパンが大きいのので波長の大きい凹凸を記録できる。施工管理、検査および供用成績の調査に用いられる (写真-3)
間接的	ラフネスメーター	比較的高速で走行し、凹凸を記録できる。供用成績の調査に用いられる (写真-4)
	乗心地計	凹凸を間接的に振動計により測定する舗装の快適性を測定するとすれば凹凸よりも直接的な値を表現できる。

写真-2 3m 直線定規(手前)とバンポメーター N式プロフィロメーター (向側)



③ 横断方向の平たん性の測定：横断方向の平たん性の測定には、写真-5 および 図-8 に示すようなものがある。写真-5 は基準定規にそって測定輪を動かし、凹凸を記録するもので、どの部分がどれだけ変形したかを読みとることができる。図-9 は流動を起こしたアスファルト舗装について測定した一例である。図-10 は、AASHO 道路試験において用いられたわだち掘れ測定器でスパン 1.2 m の中央部の変形量をわだち掘れ深さと定義している。

図一7 ラフネス インデックスとサービス 指数の関係 (AASHO)



c) ひびわれ、平たん性と供用成績

舗装の供用成績をひびわれや平たん性と関連付けて客観的に数値で表現することはこれまで数多く試みられてきたが、AASHO 道路試験²²⁾ではつぎに示すような式を用いて、決定的とも思われるような評価を行なった。

$$p = 5.41 - 1.80 \log(1 + \overline{SV}) - 0.05 \sqrt{C + 3.3P} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$p = 5.41 - 1.80 \log(0.25 R - 33) - 0.05 \sqrt{C + 3.3P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

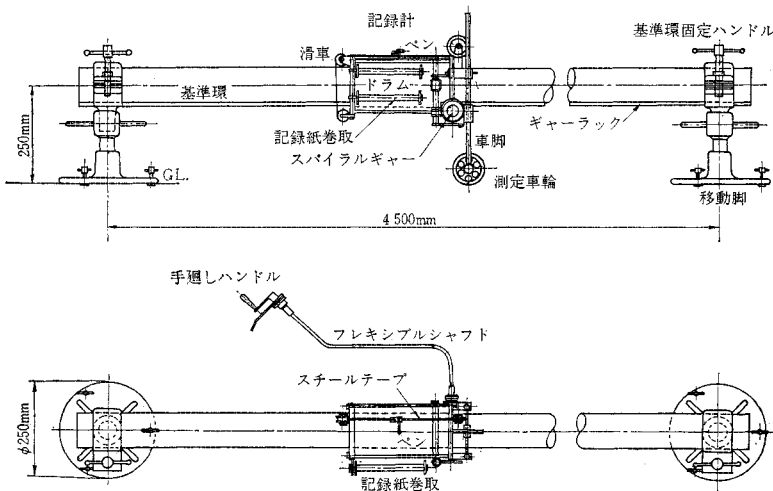
$$p = 5.03 - 1.91 \log(1 + \overline{SV}) - 0.01 \sqrt{C + P} - 0.21 \overline{RD}^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで

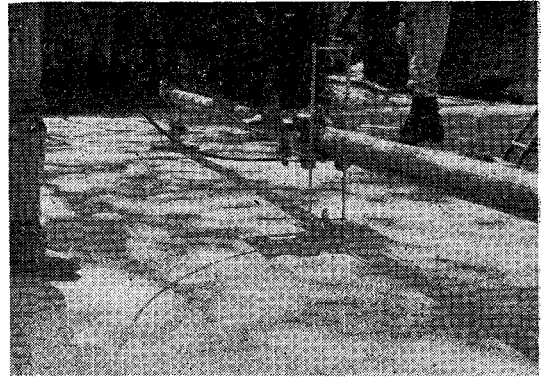
p : 測定時サービス指数, 5~0 までの数で 5 に近いほど供用成績は良好, 3 は普通, 1.5 でオーバーレイされた。

\overline{SV} : AASHO 式プロフィロメータによる路面凹

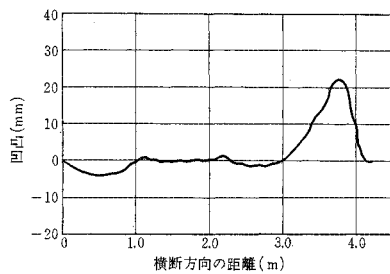
図一8 横断方向の平たん性定規



写真一5 横断方向の平たん性定規 (道路試験)



図一9 横断方向凹凸の測定例

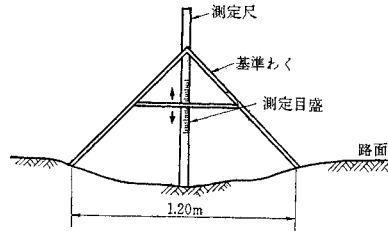


凸の分散 C : ひびわれ度またはひびわれ率 (m^2/m^2 または%)

P : パッチング率 (ひびわれ率と同様に定義される, %)

R : ラフネスメータで測

図一10 わだち掘れ深さ計 (AASHO 道路試験)



定されたラフネス (cm/km)

\overline{RD} : わだち掘れ深さ (cm)

式 (1), (2) はコンクリート舗装に対するもので, 式 (1) はプロフィロメータを用いたもの, 式 (2) はラフネスメータを用いた場合である。式 (3) はアスファルト舗装に対するものである。このようにひびわれや平たん性から舗装の供用成績を評価することは, 今後一般的な手法として用いられるようになるであろう。

d) ベンケルマン ビームによるたわみ量の測定

ベンケルマン ビームについては, すでにブルーフローリングの項で述べたが, これは舗装

図-11 コンクリート舗装の荷重-たわみ図

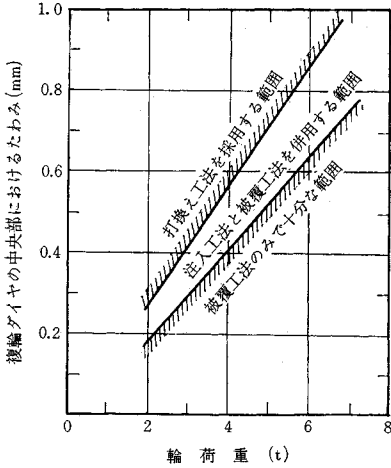


図-12 トレーラー法

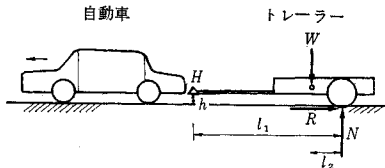


表-6 すべり摩擦係数の各種測定法の比較

測定方法	長 所	短 所
トレーラー法	①定速度で完全制動で試験できる ②したがって信頼性が大きい ③縦、横すべり摩擦係数の測定ができる ④交通整理の必要が少ない ⑤高速度の試験が可能である ⑥連続的に測定できる	③製作費が大きい ④測定値の読み方が、むずかしい場合がある
減速度法	①測定器は安価である ②制動停止距離法のように最後までブレーキをかけた続ける必要がない。	③制動停止距離法ほどではないが危険が大きい ④制動が完全でない場合がある ⑤交通整理の必要がある ⑥測定値の読み方がむずかしい
制動停止距離法	①特に測定器を必要としない	③最も危険が大きい ④制動が完全でない場合が多い ⑤交通整理の必要がある ⑥制動開始時がわかりにくい ⑦横すべり摩擦が同時に入ってくる
ポータブルテスター法	①測定器は比較的安価である ②簡単で多数点の測定ができる ③交通整理の必要が少ない ④危険がない	③求められる値が Index であり、他の方法との関連を求める必要がある ④信頼性について完全に確認されていない

の破壊状況の調査等にも用いることができる。図-11は建設省直轄技術研究会において求められたもので、コンクリート舗装のたわみ量と修繕工法の関係を示している。

e) すべり摩擦係数の測定¹⁵⁾ 路面のすべり摩擦係

数は車両の走行の安全性に係る重要な因子である。すべり摩擦係数の測定には表-6に示すような種々の方法があるが、これらの中で最も信頼性の大きいのは、トレーラー法である。トレーラー法は図-12に示すような測定用車両にブレーキをかけ、路面の摩擦係数を電氣的に求めるものである。車輪にかかる重量を W 、ブレーキをかけたとき車輪に加わる水平抵抗を R とすれば路面のすべり摩擦係数は R/W で表わされる。すべり摩擦係数は路面の乾湿や走行速度等により大きく影響される。

(6) その他特殊目的の調査

表-2に示したものは主として研究目的に用いられるもので、ここでは説明を省略する。

参 考 文 献

- 1) 枝村俊郎:「ゴムホース式トラフィック カウンターの管理について」, 土木技術資料, 4巻3号, 1962年3月
- 2) 米谷栄二・渡辺新三:「スナップカメラによる交通量調査の簡易化について」, 道路, 1962年7月
- 3) 米谷栄二・渡辺新三・毛利正光:「交通工学」, 国民科学社, 昭和40年3月
- 4) 伊吹山四郎:「航空写真と電子計算機との組合わせによる交通調査」, 道路, 1963年9月
- 5) 伊吹山四郎:「道路交通工学」, 金原出版, 昭和39年12月
- 6) 松野三朗・藤井治芳:「車両走行重量計と一級国道における自動車輪荷重分布について」, 土木技術資料, 7巻2号 1965年2月
- 7) 松永典昭・金泉 昭:「交通調査用機器」, 技術書院, 昭和41年1月
- 8) 日本道路協会:「アスファルト舗装要綱」
「セメント コンクリート舗装要綱」
- 9) 同 上
- 10) 土木学会:「セメント コンクリート標準方書解説」
- 11) 日本道路協会「アスファルト舗装要綱」
- 12) 同 上
- 13) 日産化学工業株式会社:「アスファルト舗装に関する試験」, アスファルト舗装講座第8巻
- 14) 田中淳七郎:「ブルーローリングについて」, 第7回日本道路会議論文集, 昭和38年, p. 328
- 15) 南雲貞夫:「ソイルセメントの試験舗装工事報告」, 土木技術資料, Vol. 8, No. 7, 1966.7, p. 36
- 16) 竹下春見・岩間 滋:「コンクリート舗装目地材料の試験方法に関する研究」(II), 土木研究所報告第103号, 19602, p. 71.
- 17) 5) に同じ
- 18) 2) に同じ
- 19) 5) に同じ
- 20) 建設省:「道路技術基準」
- 21) 「コンクリート舗装の破壊に関する調査」, 土木技術資料, Vol. 7, No. 4, 1965.4, p. 34.
- 22) 金谷重亮:「路面凹凸に関する研究」(I)(II), 道路, 1965.2, p. 112, 1965.4, p. 326
- 23) 市原 薫・松浦義満:「路面性状の試験について」, 道路, 1965.1, p. 43
- 24) セメント技術協会:「AASHTO 道路試験」
- 25) 市原 薫・越正 毅:「路面のすべり」技術書院

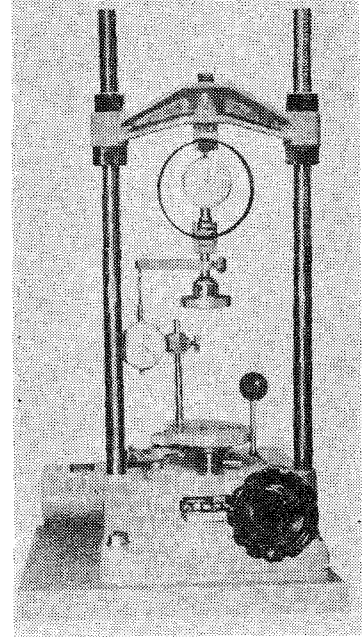
電動式単純圧縮試験機 SG-33

本装置は運研港湾型の手動式単純圧縮装置に無段変速式の電動ユニットを追加装備したもので、従来の電動式のものにくらべて、一段と小型軽量化されており、試験室に於ける試験、又現場に携行しての試験にも適した装置となっています。

圧縮荷重はウォーム・ギヤー機構のハンドル軸を電動で回転して、下方より任意の歪速度で加えることができ、その力量は正確なブルーピング・リングによって計測されます。

電動駆動装置は小型電動機と変速機を一体としたものでツマミの操作により载荷速度を広範囲、任意に変速することができます。

本機を電源の無い現場等で使用する場合には、二本柱式の载荷枠部(軽合金製)のみを切り離して携行し、手動によって荷重を加えて試験を行なうこともできます。



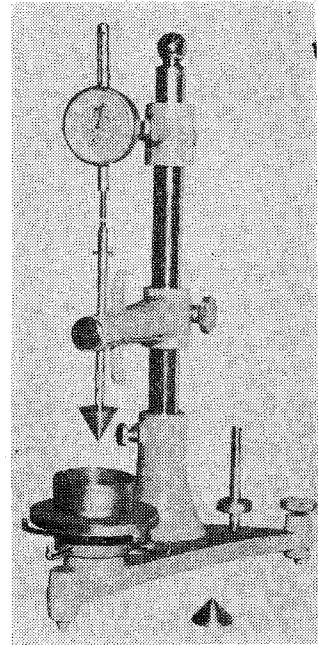
SG-33

フォール・コーン式液性限界測定装置 SF-75

ある重量の円錐状オモリを土の上に自由落下させて、その貫入量によって試料の液性限界(LL)を決定しようという方法は古くからスエーデンで行なわれ、またキャサグラントによって提唱されていますが、本装置はこれに北海道大学の北郷先生の御考案を参考にして、この試験に最も適した試験器として新たに設計されたものです。

仕 様

1. 貫入コーン：先端角度 90° 、 60° の2種
重 量 60gr、100grの2段調節
2. 試料容器：内法寸法 $60\text{mm}\phi \times 25\text{mm}$ 、金属製
3. 貫入量測定器：ダイヤル・ゲージ $1/100\text{mm} \times 30\text{mm}$
スピンドル・ストッパー付
4. 支持・解放装置：一本支柱型、押釦即時解放固定具装備



SF-75

営業品目

土質試験機
コンクリート試験機
アスファルト試験機
万能・圧縮材料試験機
マルト・リング(力計)

株式会社

丸東製作所

本 社 東京都江東区深川白河町2の7 電話 東京(642)5121(代表)
京 都 出張所 京都市中京区壬生西土居の内町3番地の1 電話 京都(84)7992
北 海 道 出張所 札幌市南十条西十三丁目970番地 電話 札幌(56)1409